

大连理工大学二〇〇四年硕士生入学考试

第 1 页

《 半 导 体 物 理 》 试题

共 2 页

注: 答题必须注明题号答在答题纸上, 否则试卷作废!

一. (60 分) 简要回答以下问题:

1. 尽可能多地列出你所知道的半导体材料及其晶体结构名称。
2. 晶体中的缺陷有哪几种基本类型? 点缺陷有哪几种?
3. 布洛赫函数说明了晶体中电子运动的什么特点?
4. 什么是空穴?
5. 什么是杂质补偿效应?
6. 什么是本征半导体?
7. 试画出只含一种浅施主杂质半导体的简单能带示意图并标出重要能级的位置。
8. 什么是霍耳效应?
9. 什么是载流子的扩散长度? 什么是载流子的牵引长度?
10. 什么是半导体的接触电势差? 其大小由什么决定?
11. 热平衡条件下, 具有受主型表面态的 p 型半导体的表面空间电荷区的能带是上弯还是下弯? 画图说明。
12. 什么是表面场效应?

二. (15 分) 石墨有许多原子层, 每层由类似于蜂巢的六角形原子环组成, 每个原子有距离为 a 的三个近邻原子 (如图 1 所示)。

1. 画出布拉伐格子和倒格子, 并在你任选的直角坐标系中写出原基矢和倒基矢的表示式;
2. 试说明每个原胞中的原子数目, 并求出原胞和倒原胞的面积。

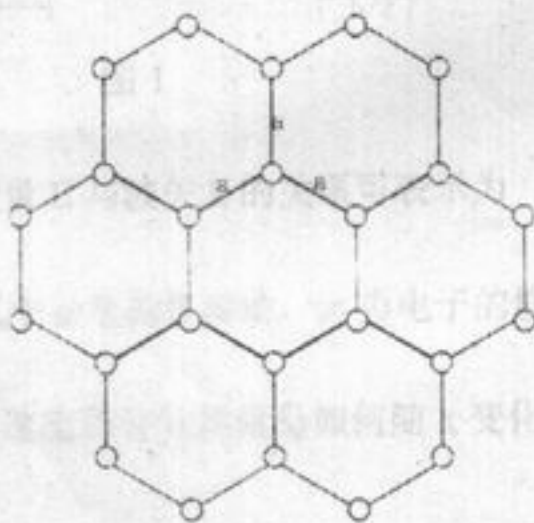


图 1

三. (15 分) 一个晶格常数为 a 的一维晶体, 其电子能量 E 与波矢 k 的关系是

$$E = E_1 + (E_2 - E_1) \sin^2 \frac{ka}{2} \quad (E_2 > E_1)$$

1. 试问这个能带中的电子, 其有效质量和速度如何随 k 变化;
2. 设一个电子最初在能带底, 受到与时间无关的电场 ε 作用, 最后达到大约由 $k = \pi/2a$ 标志的状态。试讨论电子在真实空间中位置的变化。

四. (15 分) 掺施主杂质浓度为 $N_d = 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 的某种 n 型半导体材料, 由于光照产生了浓度为 $\Delta p = \Delta n = 10^{14} \text{cm}^{-3}$ 的非平衡载流子。已知室温下杂质全部电离并且 $N_c = 2.8 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, $N_v = 1.04 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$, $K_0 T = 0.026 \text{eV}$ 。

1. 试计算室温光照情况下该种半导体的准费米能级与热平衡时费米能级之差;
2. 求出该种半导体的禁带宽度;
3. 画出室温光照情况下该种半导体的能带图。

五. (15 分) 如图 2 所示, 一个很长的 n 型半导体样品, 其中心附近长度为 $2a$ 的范围内被光照射。假定光均匀地穿透样品, 电子-空穴对的产生率为 g (g 为常数), 试求出小注入情况下样品中稳态少子分布。

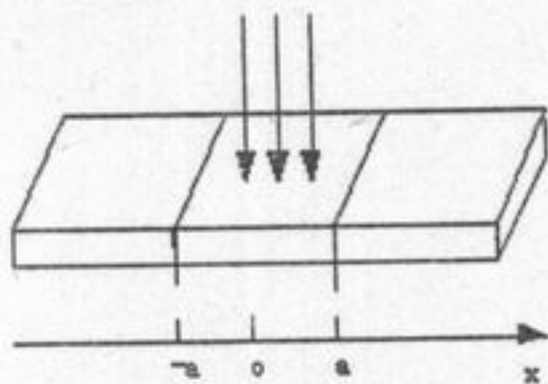


图 2

六. (15 分) 假设一个锗 $p-n$ 结中 p 及 n 区的室温电阻率均为 $10^{-2} \Omega \cdot m$, 试计算该 $p-n$ 结的接触电势差。如果电阻率变为 $10^{-4} \Omega \cdot m$ 时, 接触电势差之值又是多少? (已知: $\mu_n = 3900 \text{cm}^2/\text{vs}$, $\mu_p = 1900 \text{cm}^2/\text{vs}$, $n_i = 2.3 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$)

七. (15 分) 试用理想 pn 结理论推导 pn 结的伏安特性关系式并由其说明 pn 结的整流特性。